

孙家海 葛国华 张清芳 编

石油芳烃 生产工艺与技术

SHIYOU FANGTING SHENGCHAN GONGYI YU JISHU

化学工业出版社

石油芳烃生产工艺与技术

孙宗海 瞿国华 张溱芳 编

化学工业出版社

目 录

第一章 概述	1
第一节 芳烃生产在国民经济中的地位和作用	1
第二节 石油芳烃的来源	2
第三节 各种石油芳烃的性质、生产方法和用途	4
参考文献	14
第二章 催化重整法制取芳烃	15
第一节 重整化学反应	17
第二节 重整过程中烃的转化	20
第三节 重整催化剂	22
第四节 重整过程的反应条件	25
第五节 重整原料	29
第六节 重整主要工艺方法	36
参考文献	55
第三章 蒸汽裂解副产芳烃	57
第一节 蒸汽裂解过程中芳烃的生成机理	58
第二节 蒸汽裂解原料组成对副产芳烃的影响	60
第三节 蒸汽裂解条件对副产芳烃的影响	62
第四节 裂解汽油的产率和组成	66
第五节 裂解汽油的分馏、脱砷和加氢	68
参考文献	83
第四章 重质油加氢裂化制取芳烃原料	84
第一节 反应原理	87
第二节 催化剂	95
第三节 原料	99
第四节 产品重石脑油	100
第五节 环状化合物产率	101
第六节 主要工艺方法	104
参考文献	110

第五章 苯、甲苯、二甲苯的分离	112
第一节 溶剂抽提法分离芳烃	112
第二节 萃取蒸馏法分离芳烃	139
第六章 芳烃间的相互转化	151
第一节 脱烷基制苯、二甲苯和萘	151
第二节 歧化和烷基转移	189
第三节 C_8 芳烃异构化	213
参考文献	242
第七章 从C_8芳烃分离异构体	247
第一节 C_8 芳烃的组成	249
第二节 精馏法分离邻二甲苯、乙苯	251
第三节 深冷结晶法分离对二甲苯	260
第四节 络合法分离间二甲苯、乙苯	276
第五节 冲洗色谱法分离对二甲苯	286
第六节 冲洗色谱法分离乙苯	298
第七节 顶替色谱法分离对二甲苯和乙苯	300
参考文献	308
第八章 C_9和C_{10}芳烃异构体的分离	311
第一节 偏三甲苯	317
第二节 均三甲苯	319
第三节 连三甲苯	323
第四节 甲乙苯异构体	323
第五节 均四甲苯	324
第六节 二乙苯和对二乙苯	328
参考文献	329
第九章 芳烃工厂的流程	330
参考文献	342
第十章 芳烃生产的技术经济问题	343
第一节 芳烃生产的原料资源	345
第二节 原料的合理利用	350
第三节 芳烃生产和油品生产的结合	351
第四节 芳烃的产品构成	353

第五节 装置的规模	354
第六节 工艺方法的选择	356
第七节 操作强度	358
第八节 节能	360
参考文献	368

第一章 概 述

第一节 芳烃生产在国民经济中的地位和作用

芳烃是石油化工重要基础原料，近二十年来发展非常迅速。

芳烃包含多种组分，其中最重要的是苯、甲苯、二甲苯。1964年全世界苯、甲苯、二甲苯（合称BTX）产量为884万吨。1964年到1973年，世界 BTX 产量以年平均增长12%的速度发展，1973年达到2,591万吨，九年中翻了将近三番^(1,2,3)。

我国芳烃生产近年来发展也很快。1965年自行设计、建设的第一套催化重整装置胜利建成，开创了我国芳烃生产的新纪元。1976年北京、上海的乙烯装置投产，为芳烃生产提供了新的原料资源。1980年我国苯、甲苯、二甲苯产量已分别增至1964年的4.3倍、10.1倍和19倍。

世界各国芳烃生产的飞速发展是与三大合成材料产量的迅猛增长紧密相关的。1979年世界合成橡胶产量已达天然橡胶产量的2倍，而丁苯橡胶又占世界合成橡胶总产量的58%⁽⁴⁾。由1976年开始，合成纤维产量已达世界纺织纤维总产量的三分之一⁽⁵⁾，而以芳烃为主要原料的两大品种——聚酯和聚酰胺纤维占合成纤维总产量将近80%。1976年资本主义各国塑料生产能力为5000万吨/年，其中用芳烃作原料的几个品种（聚苯乙烯、ABS、异氰酸酯、聚酯、聚醚、聚酰胺等）生产能力为1360万吨，占总能力的27%⁽⁶⁾。

芳烃在其他行业上也有广泛的用途。合成染料的生产，自其创始以来，一直以芳烃为主要原料。大量的芳烃，还用于农药、炸药、溶剂、洗涤剂、医药、军工和宇航等方面。由此可见，芳烃对国民经济的发展、人民的生活和国防军工均起十分重要的作用。

第二节 石油芳烃的来源

从1860年以来,在将近100年期间芳烃几乎全部由煤炭干馏产物分离而得。后来,随着炼油工业的发展和芳烃需求的增长,开始了石油芳烃的生产。现今,在许多国家里,石油芳烃已成为主要的芳烃来源。例如,美国1956年石油芳烃仅占芳烃总量36.4%,到1970年已上升到92.9%^[7];日本1958年才开始由石油生产芳烃,到1973年已有92.8%的BTX来自石油^[16];西欧1970年来自石油的芳烃占85%,1975年已上升到92.5%^[8]。我国1965年开始石油芳烃的生产,1980年石油BTX已占全国BTX总产量的56.7%。

石油芳烃主要有两个来源:石脑油催化重整制取芳烃和蒸汽裂解副产芳烃。催化重整油中芳烃含量约为50~80% (重),其组成随原料油和重整条件的不同而异,大体上苯:甲苯:二甲苯=1:3:4。石脑油蒸汽裂解副产裂解汽油量约为原料量的25% (重),其中BTX含量约50~60%重,组成大体为苯:甲苯:二甲苯=3:2:1。

美国乙烯生产大部分用天然气凝析液为原料,副产芳烃很少,故美国石油芳烃主要来源于催化重整。日本及西欧各国乙烯生产绝大部分采用石脑油为原料,副产芳烃很多。一个以石脑油为原料的30万吨/年乙烯装置,副产C₆~C₉芳烃量达10~15万吨/年。据计算,由裂解汽油回收芳烃的投资和操作费用分别比重整芳烃低25%和30%左右。因此,日本和西欧大量从裂解汽油回收芳烃。1975年西欧产自裂解汽油的芳烃占石油芳烃的54.8%^[8]。日本1974年产自裂解汽油的苯和二甲苯分别占石油苯和石油二甲苯的56.8%和25%。今后,随着烯烃生产的发展和烯烃原料由轻烃向石脑油、柴油过渡,预计来自裂解汽油的芳烃在世界芳烃生产中的比重还将稳步上升。

关于美国、日本、西欧石油BTX来源和变化趋势示于表1-1至表1-6^[8,9]。

随着乙烯生产的发展,蒸汽裂解副产芳烃在我国石油BTX中占有的比重也越来越大。据1980年统计,我国来自裂解汽油的苯已

表 1-1 美国石油苯的来源

%

	1970	1975	1980	1985
重整油	70	57.6	45.1	43.0
裂解汽油	3.3	16.3	28.6	35.5
脱烷基	26.7	26.1	26.3	21.5
合计	100.0	100.0	100.0	100.0

表 1-2 美国石油甲苯来源

%

	1972	1978	1980	1985
重整油	96.2	84.1	82.9	81.0
裂解汽油	3.8	15.9	17.1	19.0
合计	100.0	100.0	100.0	100.0

表 1-3 美国二甲苯来源

%

重整油	94	裂解汽油	4.5
-----	----	------	-----

表 1-4 日本石油苯来源

%

	1974	1975
重整油	31.8	28.7
裂解汽油	56.8	57.5
脱烷基	11.4	13.8
合计	100.0	100.0

表 1-5 日本石油二甲苯来源

%

	1967	1968	1970	1974
重整油	38.9	55.0	74.0	75.0
裂解汽油	61.1	45.0	26.0	25.0
合计	100.0	100.0	100.0	100.0

表 1-6 西欧石油芳烃来源

%

	1970	1975	1980
重整油	38.2	45.2	37.4
裂解汽油	61.8	54.8	62.6
合 计	100.0	100.0	100.0

占石油苯总产量的55.4%。

第三节 各种石油芳烃的性质、生产方法和用途

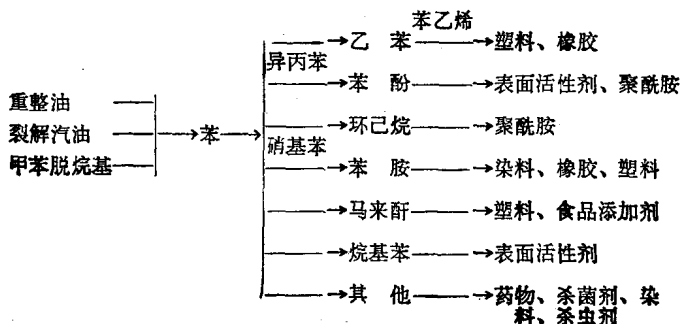
石油芳烃过去主要指从石油取得的苯、甲苯、二甲苯（包括乙苯）而言，1961年2月开始了石油萘的生产，以后又开发了从重整油分离 $C_9 \sim C_{10}$ 芳烃组分的工艺。因此，现在的所谓石油芳烃包括来自石油的苯、甲苯、二甲苯、萘和多烷基苯。

一、苯

苯是一种挥发性的无色可燃液体，具有特殊的芳香，熔点 5.49°C ；沸点 80.1°C ；相对密度 (d_4^{20}) 0.87901；折光率 (n_D^{20}) 1.50102^[10]。

石油苯由重整油或裂解汽油（经加氢处理）分离而得。各种芳烃中苯的用量最大，为满足需求，美国、日本在六十年代相继开发了甲苯脱烷基工艺。1975年脱烷基法生产的苯，占美国石油苯总产量的26.1%，占日本石油苯总产量13.8%。

苯的应用面十分广泛，主要用途如下：



苯的用途虽广，但用量比较集中。美国苯的最大用途是苯乙烯，其次是苯酚，第三是环己烷，三者合计占总用量的80%以上。日本苯的最大用途也是苯乙烯，其次是环己烷，第三是苯酚，三者合计占总用量约90%。

我国石油苯的部颁质量标准见表1-7。

表 1-7 石油苯部颁质量标准 SY1910-73
(可作合成或其他化工原料)

项 目	技 术 要 求
外 观	透明液体，颜色不深于0.003gK ₂ Cr ₂ O ₇ /1000ml的水溶液，无可见的不溶解的水和机械杂质
d_4^{20}	0.876~0.880
馏程，℃	
初馏点	≤79.6
干 点	≥80.5
酸洗比色	≤4°
结晶点，℃	≤5.0
硫含量，%	≤0.0005

美国苯有几种规格：“研究级”，纯度约99.95%（重）；“纯级”，纯度不小于99%（重）；“工业级”，纯度不小于95%（重）；ASTM“硝化级”，规格见表1-11^[11]。

二、甲苯

甲苯为挥发性带芳香气味的无色可燃液体；熔点：-94.991℃；沸点，110.625℃；相对密度（ d_4^{20} ），0.86692；折光率（ n_D^{20} ），1.49693^[10]。

甲苯由重整油或裂解汽油（经加氢处理）分离而得。炼油工业发达的国家甲苯资源很丰富，远远超过化工需要，故往往仅分离一小部分甲苯。例如：美国1977年甲苯产量仅占汽油中甲苯潜在含量的17%，其余留于汽油中作为高辛烷值组分^[12]。

甲苯主要用于制取苯、溶剂、二异氰酸酯、苯酰氯、TNT、甲基苯乙烯、对苯二甲酸、糖精等。美国和日本的用途分配见表

1-8、表1-9。

表 1-8 美国1973年甲苯使用分配比

用 途	制 苯	溶 剂	掺合汽油	炸 药	异氰酸酯	苯 酚
%	51	10	24	9	5	1

表 1-9 日本甲苯的国内用途分配 %

	1975	1976	1977
溶 剂	44.3	37.6	37.8
二异氰酸酯	5.9	4.9	5.2
合成甲酚	9.3	8.3	9.1
制 苯	31.8	31.5	31.6
其 他	5.7	17.7	16.3
合 计	100.0	100.0	100.0

苯、甲苯、二甲苯过去曾主要用于制造硝基化合物。硝化过程对杂质较敏感。为满足硝化工艺的要求，各国专门制定了“硝化级”芳烃的规格。我国石油甲苯的部颁质量标准见表1-10。美国ASTM硝化级规格见表1-11。美国还有一种“工业级”规格(ASTM-D 842-50)，纯度稍低，适用于溶剂；市场上另有一种99.9%纯度的

表 1-10 石油甲苯部颁质量标准 SY1911-73S

(作硝基甲苯用)

项 目	技 术 要 求
外 观	透明液体，颜色不深于0.003gK ₂ Cr ₂ O ₇ /1000ml水溶液，无可见的溶解的水和机械杂质
相对密度，d ₄ ²⁰	0.865~0.868
馏程，℃	
初馏点	≥110.3
干 点	≥111.0
酸洗比色	≥4*

表 1-11 ASTM“硝化级”芳烃规格

	苯 ASTM— D835—50	甲 苯 ASTM— D841—50	二 甲 苯 ASTM— D843—50
相对密度15.56/15.56℃	0.8820~0.8860	0.8690~0.8730	0.8650~0.8700
蒸馏范围, 初馏点至干点, °C	1.0	1.0	3.0
沸点, °C	80.1	110.6±0.1	139.3***
结晶点, °C (最低)	4.85*	—	—
饱和物% (重) (最高)	—	1.5**	4.0
酸洗色度, (最大)	2	2	2
酸 性	无	无	无
硫	无H ₂ S或SO ₂	无H ₂ S或SO ₂	无H ₂ S或SO ₂
铜腐蚀性	无 色	无 色	无 色
色 泽	不深于3ppm K ₂ Cr ₂ O ₇ 水溶液	不深于3ppm K ₂ Cr ₂ O ₇ 水溶液	不深于3ppm K ₂ Cr ₂ O ₇ 水溶液

* 有些用户规定 5 °C (最低)。

** 美国军队规定 1 % (体)。

*** 最低初馏点137.2°C; 最高干点140.5°C。

“研究级”甲苯。

三、C₈芳烃

C₈芳烃包括乙苯和二甲苯的三个异构体 (对二甲苯、邻二甲苯和间二甲苯), 在无色、芳香、挥发性和可燃性等方面与苯和甲苯相似。其物理性质示于表1-12^[10]。

C₈芳烃由重整油或裂解汽油 (经加氢处理) 分离而得。六十年代末期, 为满足二甲苯的大量需求, 美国、日本相继开发了歧化和

表 1-12 C₈芳烃的物理性质

品 名	化 学 式	熔点, °C	沸点, °C	相对密度 d ₄ ²⁰	折光率 n _D ²⁰
乙 苯	C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₃	-94.950	136.186	0.86705	1.49604
对二甲苯	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	13.263	138.351	0.86103	1.49570
间二甲苯	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	-47.872	139.103	0.86414	1.49697
邻二甲苯	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	-25.187	144.411	0.88020	1.50521

烷基转移工艺，为利用甲苯和三甲苯增产二甲苯开辟了途径。

C₈芳烃最主要的用途是制取对二甲苯和邻二甲苯。1980年美国C₈芳烃用于这两项的比例分别占49%和13%。1976年日本C₈芳烃用于生产二甲苯异构体的比例高达82.4%^[14]。

我国石油二甲苯有两种规格：一种叫10℃二甲苯，是邻、间、对位的混合体，沸程范围大致为10℃；另一种叫5℃二甲苯，是分离出邻二甲苯后的间、对位混合体，沸程大约5℃。我国石油二甲苯的部颁质量标准见表1-13。

表 1-13 石油混合二甲苯部颁质量标准 SY1912-73
(用作化工原料或溶剂)

项 目	技 术 要 求	
	5℃二甲苯	10℃二甲苯
外 观	透明液体，颜色不深于0.02g K ₂ Cr ₂ O ₇ /1000ml水溶液，无可见的不溶解水和机械杂质	透明液体，颜色不深于0.03g K ₂ Cr ₂ O ₇ /1000ml水溶液，无可见的不溶解水和机械杂质
d ₄ ²⁰	0.860~0.870	0.855~0.880
馏程，℃	137.0~143.0之间，馏程范围≥5℃	135.0~146.0之间，馏程范围≥10℃
酸洗比色，*	≥10	≥13

美国“硝化级”二甲苯的沸程范围为3℃，规格见表1-11。还有两种规格，沸程范围分别为5℃和10℃，适用于溶剂。

C₈芳烃各组分分别说明如下。

1. 邻二甲苯 C₈芳烃中邻二甲苯最易分离，采用分馏法即可制取纯度大于95%的产品。

邻二甲苯几乎全部用于生产苯酐，进而制取增塑剂和不饱和聚酯。今后，世界增塑剂的需要量不会有很大的发展，但苯酐用于生产不饱和聚酯可望有较快的增长，因此邻二甲苯将继续保持较高的发展速度。八十年代后期，随着各国重质烃裂解和炼焦工业的发展，石油萘和焦油萘增多，有可能用来生产苯酐，但邻二甲苯作为苯酐原料预计仍将占主导地位。

我国邻二甲苯的部颁质量标准见表1-14。

表 1-14 邻二甲苯部颁质量标准 (Q/SY1006-77)

项 目	技 术 要 求
纯度, % (重)	≥96
非芳烃+C ₉ , % (重)	≤1
颜 色	≤3(GB—383—64)

2. 间二甲苯 用分馏法从重整 C₈ 芳烃分离间二甲苯, 纯度仅达 70% (重)。六十年代末期, 日本开发了 HF-BF₃ 络合分离间二甲苯的工艺, 产品纯度可达 98~99% (重)。

间二甲苯主要用于液相空气氧化法生产间苯二甲酸, 进而制造不饱和聚酯、醇酸树脂、纤维增强塑料等。

间二甲苯工业用途较少。1976 年世界用量仅 68000 吨^[12], 大量过剩, 常通过异构化法转化为对二甲苯、邻二甲苯。

3. 对二甲苯 对二甲苯沸点与间二甲苯相近, 但结晶点远较间二甲苯为高, 因而可用结晶法予以分离。六十年代各国采用该法建设了大批对二甲苯分离装置。七十年代初期, 美国、日本两国相继开发了吸附法分离对二甲苯的工艺, 技术经济指标较结晶法先进, 近年来发展很迅速。

对二甲苯几乎全部用于生产对苯二甲酸二甲酯和对苯二甲酸, 进而制取聚酯。1965~1975 年期间, 聚酯纤维的飞速发展曾使美、日、西欧的对二甲苯产量分别增长 5、4 和 40 倍。1981 年末世界对苯二甲酸二甲酯生产规模已达 402.7 万吨, 对苯二甲酸已达 348.5 万吨^[5], 预计今后仍将以较快速度发展。

4. 乙苯 乙苯目前主要由苯烃化法生产, 从 C₈ 芳烃分离者仅为少数。工业上采用超精馏法从 C₈ 芳烃分离苯乙烯级乙苯, 需 300 块塔板和 100 左右的回流比, 投资和能耗很大。七十年代初, 日本开发了 HF-BF₃ 络合法分离乙苯的工艺。七十年代后期, 美、日两国又分别开发了吸附法分离乙苯的工艺, 可使分离能耗大大下降, 但尚未建设工业装置。

乙苯的唯一化工用途是制取苯乙烯，进而生产丁苯橡胶和苯乙烯系塑料等。

我国工业乙苯的质量规格见表1-15。

表 1-15 工业乙苯的主要规格

项 目	技 术 要 求	
	一 级	二 级
外 观	透 明	透 明
相对密度 d_4^{20}	0.866~0.870	0.866~0.870
沸程, $^{\circ}\text{C}$		
初馏点	≥ 134.0	133.0
干 点	≤ 136.4	136.5

四、 C_9 芳烃

C_9 芳烃包括多种组分，其物理性质示于表1-16^[10, 15]。

表 1-16 C_9 芳烃组分的物理性质

名 称	化 学 式	熔点, $^{\circ}\text{C}$	沸点, $^{\circ}\text{C}$	相对密度, d_4^{20}	折光率, n_D^{20}
异 丙 苯	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	-96.035	152.392	0.86175	1.49130
正 丙 苯	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	-99.500	159.217	0.86202	1.49159
间甲乙苯	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_3$	-95.550	161.305	0.86901*	1.49661
对甲乙苯	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_3$	-62.350	161.989	0.86571*	1.49497
均三甲苯	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	-44.720	164.716	0.86516	1.4991
邻甲乙苯	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_3$	-80.833	165.153	0.86520*	1.50451
偏三甲苯	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	-43.80	169.351	0.87580	1.5048
连三甲苯	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	-25.380	176.084	0.89440	1.5139
茚 满	—	—	178.0	—	—

* 为 $d_{15.6}^{15}$ 数值。

C_9 芳烃自重整油或裂解汽油（经加氢处理）分离而得。

C_9 芳烃是一种性能良好的溶剂，适用于制作漆包线漆和配制杀虫剂。重整油的 C_9 芳烃还是烷基转移的好原料，与甲苯反应转化为二甲苯和苯。

C_9 芳烃组分中，异丙苯用于生产苯酚丙酮的量最大，但在 C_9 芳烃中的含量太低，故工业上均由苯烃化法生产。其他 C_9 芳烃组分中，偏三甲苯和均三甲苯目前有工业生产。偏三甲苯是由 C_9 芳烃精馏分离而得，纯度可达99%（重）。均三甲苯工业上常由偏三甲苯异构化制取，纯度可达96%（重）以上。偏三甲苯主要用于生产偏苯三酸，进而制取优质增塑剂、醇酸树脂涂料、聚酰胺树脂、不饱和和聚酯树脂、环氧树脂的固化剂等。相当数量的偏三甲苯还用于医药（维生素E等）的生产。均三甲苯用于生产均苯三酸（进而制醇酸树脂和增塑剂）以及染料中间体、橡胶和塑料等的稳定剂。

重整油的 C_9 芳烃组分比较简单，三甲苯含量较高，适于分离芳烃组分。二甲苯异构化副产的 C_9 芳烃含三甲苯最多，是最理想的原料。裂解汽油和催化裂化汽油的 C_9 芳烃组分过于复杂，而且组成不理想，不宜用于分离芳烃组分。

五、 C_{10} 芳烃

C_{10} 芳烃各组分的物理性质示于表1-17^[10,15]。

C_{10} 芳烃可自重整油分离而得。它的蒸发率低，闪点高（ C_{10} 芳烃为65.56℃， C_9 芳烃为37.78℃），是一种优良的溶剂。

C_{10} 芳烃的单环组分中，均四甲苯和对二乙苯目前有工业生产。均四甲苯可用结晶法自重整 C_{10} 芳烃中分离。它的主要用途是生产均苯四酸酐，进而制取聚亚胺、聚酰亚胺、聚酯亚胺等耐热性树脂，大量用于国防和宇航工业等尖端科技部门，或和马来酐、苯酐等结合作环氧树脂的固化剂、2-乙基己酯、正辛酯等增塑剂。

对二乙苯可用吸附法自苯烃化法制取乙苯副产的混合二乙苯中分离。对二乙苯用于对二甲苯吸附分离中作脱附剂。

六、萘*

萘的性质示于表1-18。萘过去全由炼焦副产，1961年美国建成第一套石油萘装置，用重整重馏分脱烷基制萘，生产规模为4万吨/年，以后又有五套用重整油或催化裂化柴油作原料的脱烷基装置

* 萘虽也是一种 C_{10} 芳烃，但它在工业上有重要用途，故列专节予以介绍。

表 1-17 C₁₀芳烃性质

	熔点, °C	沸点, °C	相对密度, d ₄ ²⁰	折光率, n _D ²⁰
叔丁苯	-57.85	169.119	0.87098*	1.49264
异丁苯	-51.48	172.759	0.85771*	1.48645
仲丁苯	-75.470	173.305	0.86654*	1.49019
1-甲基-3-异丙苯	-63.745	175.140	0.8655*	1.49300
1-甲基-4-异丙苯	-67.935	177.10	0.8573	1.49090
1-甲基-2-异丙苯	-71.540	178.15	0.8811*	1.50060
1,3-二乙苯	-83.920	181.102	0.8641	1.49530
1-甲基-3-正丙苯	—	181.80	—	—
1-甲基-4-正丙苯	-63.60	183.30	—	—
正丁苯	-87.970	183.270	0.86457*	1.48977
1,2-二乙苯	-31.240	183.423	—	—
1,3-二甲基-5-乙苯	-84.325	183.75	—	—
1,4-二乙苯	-42.850	183.752	0.8621	1.49490
1-甲基-2-正丙苯	-60.2	184.80	—	—
2-甲基茚满	—	186	—	—
1-甲基茚满	—	187	—	—
1,4-二甲基-2-乙苯	-53.7	186.91	—	—
1,3-二甲基-4-乙苯	-63.0	188.41	—	—
1,2-二甲基-4-乙苯	-67	189.75	—	—
1,3-二甲基-2-乙苯	-16.3	190.01	—	—
1,2-二甲基-3-乙苯	-49.5	193.91	—	—
均四甲苯	79.24	196.80	0.889	1.51200
偏四甲苯	-23.685	198.0	0.8899	1.51250
5-甲基茚满	—	202	—	—
4-甲基茚满	—	202	—	—
连四甲苯	-6.25	205.04	0.9053	1.5201
萘	80.290	217.955	—	—

* 为 d_{15.6}^{15.6}数值。

先后投产, 总能力曾达到20.49万吨/年^[13]。意大利1968年也建设了一套脱烷基制萘装置。日本1967年曾有三家公司临时生产石油萘, 以补充苯酐原料的暂时短缺。

六十年代后期, 随着邻二甲苯生产的发展, 苯酐原料逐步向邻